

(19)



(11)

**EP 1 938 861 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
02.07.2008 Bulletin 2008/27

(51) Int Cl.:  
**A61N 1/36**<sup>(2006.01)</sup> **A61N 1/372**<sup>(2006.01)</sup>  
**A61N 1/362**<sup>(2006.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: 07291516.8

(22) Date de dépôt: 13.12.2007

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA HR MK RS**

(72) Inventeurs:  
• **Dal Molin, Renzo**  
92320 Châtillon (FR)  
• **Ripart, Alain**  
91190 Gif Sur Yvette (FR)

(30) Priorité: 28.12.2006 FR 0611478

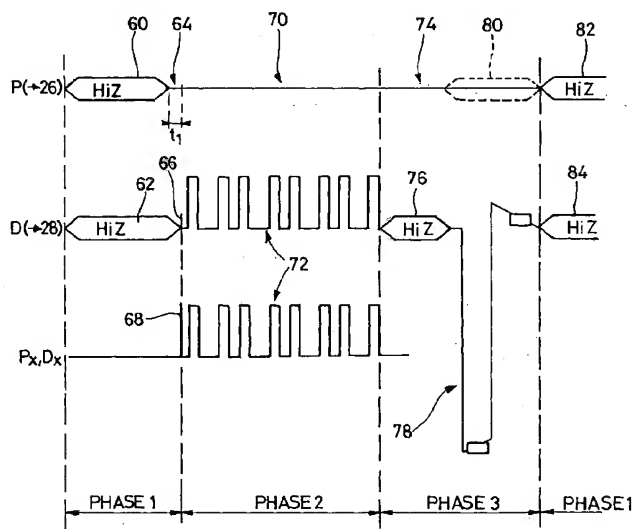
(74) Mandataire: Dupuis-Latour, Dominique et al  
SEP Bardehle Pagenberg Dost Altenburg  
Geissler  
10, boulevard Haussmann  
75009 Paris (FR)

(71) Demandeur: ELA MEDICAL  
92541 Montrouge (FR)

(54) **Circuit de commutation contrôlée d'électrodes multiplexées, pour un dispositif médical implantable actif**

(57) Ce circuit est situé dans une sonde pourvue d'électrodes multiplexées de détection/stimulation. Il décode un signal, produit par un générateur, permettant de commander une série de commutateurs assurant un couplage sélectif des diverses électrodes à la borne proximale et à la borne distale du générateur. Ce signal est un signal modulé comportant une série codée d'impulsions logiques (72) définissant une configuration particulière de couplage des électrodes de la sonde à la borne

proximale ou distale du générateur. Le signal comporte une microimpulsion (66), qui précède la série codée d'impulsions logiques et présente une amplitude et une durée inférieures à l'amplitude et à la durée de chacune des impulsions logiques. La détection de cette microimpulsion active en réponse tous les commutateurs du circuit en position ouverte pendant une durée (PHASE 1) au moins égale à la durée de la réception de la série codée d'impulsions logiques.

**FIG\_4**

## Description

**[0001]** L'invention concerne, de façon générale, le domaine des "dispositifs médicaux actifs" tels que définis par la directive 93/42/CE du 14 juin 1993 du Conseil des communautés européennes, et notamment les "dispositifs médicaux implantables actifs" tels que définis par la directive du Conseil 90/385/CEE du 20 juin 1990.

**[0002]** Cette définition inclut en particulier les appareils chargés de surveiller l'activité cardiaque et de générer des impulsions de stimulation, de resynchronisation, de défibrillation et/ou de cardioversion en cas de trouble du rythme détecté par l'appareil. Elle inclut aussi les appareils neurologiques, les pompes de diffusion de substances médicales, les implants cochléaires, les capteurs biologiques implantés, etc., ainsi que les dispositifs de mesure de pH ou encore d'impédance intracorporelle (telle que mesure d'impédance transpulmonaire ou d'impédance intracardiaque).

**[0003]** Pour le recueil des signaux et la délivrance d'impulsions de stimulation, ces dispositifs médicaux implantables actifs font appel à des électrodes intégrées à une sonde, elle-même reliée au générateur du dispositif.

**[0004]** Ces électrodes sont destinées à venir en contact avec les tissus à stimuler ou ceux sur lesquels on souhaite recueillir un signal électrique : myocarde, nerf, muscle, ... Dans le cas d'un dispositif de diagnostic et de thérapie cardiaque, ces électrodes peuvent être des électrodes endocavitaires (placées dans une cavité du myocarde en contact avec la paroi de celui-ci), épicardiques (notamment pour définir un potentiel de référence, ou pour appliquer un choc), ou encore intravasculaires (la sonde est par exemple introduite dans le sinus coronaire jusqu'à un emplacement situé face à la paroi du ventricule gauche).

**[0005]** Le développement récent des appareils dits "multisite" a conduit à la multiplication du nombre d'électrodes, de manière à permettre le choix d'un ou plusieurs sites de stimulation et de détection optimisant le fonctionnement de l'appareil.

**[0006]** Ainsi, dans le cas particulier des dispositifs de resynchronisation ventriculaire (dispositifs dits CRT, *Cardiac Resynchronization Therapy*), que l'on exposera ici à titre d'exemple non limitatif, il convient d'implanter au patient un appareil muni d'électrodes permettant de stimuler l'un et l'autre des ventricules. La stimulation du ventricule droit (et de l'oreillette droite) est opérée par une sonde endocavitaire classique, mais pour le ventricule gauche l'accès est plus complexe : la stimulation est généralement opérée au moyen d'une sonde introduite dans le sinus coronaire du ventricule droit puis poussée dans une veine coronaire sur l'épicarde, de façon que l'extrémité de la sonde vienne se placer face au ventricule gauche. Cette procédure est toutefois assez délicate, car le diamètre des vaisseaux coronaires se réduit avec l'avancement de la sonde, de sorte qu'il n'est pas toujours facile de trouver la position optimale lors de l'implantation. La proximité du nerf phrénique peut par

ailleurs conduire à des stimulations inappropriées.

**[0007]** Pour pallier ces difficultés, on a développé des sondes dites multiélectrodes, pourvues par exemple de dix électrodes et dont il est possible de choisir après implantation l'électrode de stimulation la plus efficace. Cette sélection de l'électrode peut être réalisée de façon automatique par mesure des pics d'accélération endocardiaque (PEA), par mesure de bioimpédance, ou à partir tout autre capteur permettant de donner une information représentative de l'état hémodynamique du patient. Elle peut également être opérée manuellement par le praticien, au moyen d'un programmeur approprié commandant le générateur.

**[0008]** Compte tenu du diamètre très restreint du corps de sonde, il n'est pas envisageable d'y loger autant de conducteurs que d'électrodes, ce qui conduirait à des dimensions inacceptables aussi bien pour la sonde elle-même que pour le connecteur de liaison de celle-ci au générateur implanté.

**[0009]** Pour ces raisons, il a été développé des systèmes de multiplexage des électrodes permettant d'interfacer la multiplicité d'électrodes avec les deux conducteurs reliés aux bornes du générateur (ces deux bornes étant désignées par la suite "distale" et "proximale", par analogie avec le positionnement des deux électrodes d'une sonde bipolaire endocavitaire simple). Dans une forme simplifiée, ces deux conducteurs peuvent être remplacés par un conducteur unique (correspondant à une sonde endocavitaire monopolaire simple), le retour du circuit étant assuré par le boîtier du générateur, via les tissus corporels du patient - on assimilera ce cas particulier à celui où la sonde comporte deux conducteurs.

**[0010]** Le US 2006/0058588 décrit un tel dispositif, dans lequel le générateur est relié à une sonde multiélectrodes par deux conducteurs via un circuit multiplexeur/démultiplexeur. Ces deux conducteurs permettent d'une part de recueillir les signaux de dépolarisation et envoyer des impulsions de stimulation, et d'autre part de délivrer au multiplexeur/démultiplexeur des signaux logiques permettant de contrôler des commutateurs de sélection d'une ou plusieurs électrodes de la sonde. Ces signaux assurent également la fourniture au circuit de multiplexage/démultiplexage et aux commutateurs de l'énergie nécessaire à leur fonctionnement.

**[0011]** Les circuits de multiplexage/démultiplexage et les commutateurs sont de préférence situés en bout de sonde. Les commutateurs sont avantageusement des microsystèmes électromécaniques (MEMS), technologiquement intégrables sur le substrat d'une puce qui peut être incorporée dans le corps de sonde. De tels composants sont par exemple décrits dans le US 2004/0220650.

**[0012]** Dans les techniques utilisées jusqu'à présent, notamment celle décrite par le US 2003/0149456 précité, la commande des commutateurs est opérée en envoyant au circuit situé en bout de sonde une série codée d'impulsions logiques. Chaque séquence d'impulsions détermine de façon univoque l'un des commutateurs à ouvrir

ou à fermer. Toutefois, pour que le circuit détecte que le signal reçu est une séquence d'impulsions codée et non un signal de stimulation, la séquence d'impulsions débute par une série d'impulsions logiques codant un octet à zéro. Le décodage de cet octet permet au circuit de reconnaître que le signal qui va suivre est un signal de commande, et ce circuit ouvre alors tous les commutateurs pour isoler électriquement les électrodes des impulsions qui vont être ensuite envoyées. Une fois la séquence d'impulsions codée reçue et analysée, le circuit actionne les commutateurs selon la configuration particulière correspondant au codage de cette séquence.

**[0013]** Cette technique présente cependant un risque. En effet, lorsque l'octet à zéro définissant le début de la séquence d'impulsions codées est appliqué au circuit, le niveau logique correspondant est également appliqué sur au moins l'une des électrodes - celle(s) qui est commutée(s) - car les commutateurs n'ont pas encore été forcés à s'ouvrir tous. Ceci crée un risque non négligeable pour le patient, car les niveaux logiques de la séquence d'impulsions sont à des niveaux de tension non négligeables, susceptibles d'induire une fibrillation incontrôlée, créant donc un risque vital pour le patient.

**[0014]** Pour ces raisons, la technique proposée par l'art antérieur est principalement limitée à la sélection de l'électrode optimale, ou des électrodes optimales, au moment de l'implantation, mais ne convient pas à une reprogrammation ultérieure, automatique ou manuelle, de la configuration des électrodes commutés.

**[0015]** L'un des buts de l'invention est de proposer une solution à ce problème, en procurant un moyen rapide d'ouverture des commutateurs qui évite d'appliquer une tension excessive au coeur du patient, écartant ainsi tout risque de déclencher une fibrillation chez ce dernier.

**[0016]** L'invention propose à cet effet un circuit de commutation contrôlée d'électrodes multiplexées du type général décrit par le US 2006/0058588 précité, c'est à dire comprenant : au moins une borne proximale et/ou distale, apte à être couplée au générateur ; une pluralité de bornes d'électrode, aptes à être respectivement couplées auxdites électrodes de détection/ stimulation de la sonde ; une pluralité de commutateurs, aptes à prendre soit une position fermée dans laquelle une borne d'électrode correspondante est reliée à la borne proximale ou à la borne distale, soit une position ouverte où cette électrode est isolée de la borne proximale et de la borne distale ; et des moyens de commande, comprenant des moyens de réception sur la borne proximale et/ou distale d'un signal modulé délivré par le générateur et comportant une série codée d'impulsions logiques, et de décodage de ce signal modulé pour actionner les commutateurs selon une configuration particulière correspondante de positions fermées ou ouvertes définie par ce signal modulé.

**[0017]** De façon caractéristique de l'invention, les moyens de commande comportent en outre des moyens de détection d'une microimpulsion dans le signal modulé reçu, cette microimpulsion précédant ladite série codée

d'impulsions logiques et présentant une amplitude et une durée inférieures à l'amplitude et à la durée de chacune desdites impulsions logiques, et d'activation en réponse de tous les commutateurs en position ouverte pendant une durée au moins égale à la durée de la réception de la série codée d'impulsions logiques.

**[0018]** Les moyens de détection de la microimpulsion peuvent notamment comprendre un comparateur rapide présentant un temps de réponse inférieur à 10  $\mu$ s.

**[0019]** Dans une forme de réalisation particulière, le circuit de commutation contrôlée est formé d'une pluralité de sous-circuits distincts comprenant chacun une borne d'électrode respective apte à être reliée à l'une desdites électrodes de détection/stimulation de la sonde, ainsi que le(s)dit(s) commutateur(s) associé à cette borne d'électrode, et chacun de ces sous-circuits inclut des moyens de commande propres.

**[0020]** L'invention a également pour objet une sonde comportant un tel circuit.

**[0021]** Ce circuit est avantageusement disposé dans la sonde à la seconde extrémité de celle-ci, au voisinage des électrodes de détection/stimulation.

**[0022]** Lorsque le circuit de commutation contrôlée est un circuit réparti entre plusieurs sous-circuits, ces derniers sont avantageusement incorporés chacun au corps de sonde, ou disposés dans une cavité du corps de sonde, au droit d'une électrode correspondante et couplés au(x)dit(s) conducteur(s).

**[0023]** L'invention a également pour objet un générateur permettant de produire le signal tel qu'exposé ci-dessus.

**[0024]** Ce générateur peut avantageusement prévoir des moyens pour placer dans un état à haute impédance la borne proximale et/ou distale préalablement à la délivrance de la microimpulsion. Plus précisément, ces moyens permettent de placer dans un état à haute impédance l'une des deux bornes proximale ou distale et mettre à la masse l'autre borne, préalablement à la délivrance de la microimpulsion.

**[0025]** Enfin, l'invention a également pour objet le signal tel qu'exposé ci-dessus, considéré en tant que tel.

**[0026]** On va maintenant décrire un exemple de mise en oeuvre du dispositif de l'invention, en référence aux dessins annexés où les mêmes références numériques désignent d'une figure à l'autre des éléments identiques ou fonctionnellement semblables.

**[0027]** La figure 1 est une vue d'ensemble de l'extrémité d'une sonde de stimulation du ventricule gauche à électrodes multiplexées.

**[0028]** La figure 2 représente globalement le circuit de l'invention avec les différents éléments auxquels il est électriquement relié.

**[0029]** La figure 3 est un schéma par blocs représentant les principaux éléments constitutifs du circuit de l'invention.

**[0030]** La figure 4 est un ensemble de chronogrammes illustrant le fonctionnement du circuit de l'invention.

**[0031]** La figure 5 représente, en coupe, un détail du

corps de sonde dans une variante de mise en oeuvre de l'invention.

**[0032]** La figure 6 est un schéma par blocs représentant les principaux éléments constitutifs du circuit de l'invention, pour cette variante de mise en oeuvre de l'invention.

**[0033]** On va maintenant décrire un exemple de réalisation du dispositif de l'invention.

**[0034]** La figure 1 représente de façon schématique l'extrémité d'une sonde de stimulation du ventricule gauche, qui sera utilisée comme exemple dans la suite de la description. Cet exemple n'est bien entendu aucunement limitatif, et l'invention peut s'appliquer aussi bien à d'autres types de sondes intracardiaques (par exemple une sonde endocavitaire de détection/stimulation du ventricule droit en plusieurs sites de celui-ci), ou à des sondes de stimulation et/ou de recueil dont les électrodes sont en contact avec d'autres tissus : nerfs, muscles, ...

**[0035]** Cette sonde 10 est du type général décrit par exemple par le EP 0 993 840 (ELA Medical). Le corps de sonde 12 comporte, au voisinage de l'extrémité distale 14 destinée à être introduite dans le réseau veineux coronarien, une pluralité d'électrodes 16, par exemple au nombre de dix. La sonde comporte en outre un circuit électronique 20 monté sur un anneau rigide 18. Ce circuit est encapsulé de manière hermétique, tout en restant biocompatible à l'égard des tissus et fluides corporels environnants. Il peut être incorporé dans le corps de sonde, ou disposé dans une cavité de celui-ci, de la même façon que les microcâbles parcourant la sonde.

**[0036]** Le circuit 20 est représenté plus en détail figure 2.

**[0037]** Il comporte une première puce 22 incorporant le circuit électronique proprement dit (un ASIC), et une deuxième puce 24 avec une série de commutateurs, avantageusement intégrés sous forme de microsystèmes électromécaniques (MEMS).

**[0038]** Le circuit comprend deux bornes 26, 28, ci-après respectivement désignées "borne proximale" et "borne distale", reliées aux deux pôles proximal P et distal D conventionnels d'un générateur de stimulation bipolaire 30 distant, via un microcâble s'étendant sur toute la longueur du corps de sonde et un connecteur 32 enfiché sur le générateur 30.

**[0039]** Le circuit comporte également dix bornes d'électrode 34, reliées chacune par un microcâble à une électrode 16 respective disposée en surface de la sonde.

**[0040]** La figure 3 représente le schéma électrique du circuit 22 et de ses commutateurs 24 associés.

**[0041]** On retrouve sur ce schéma les bornes proximale 26 et distale 28, ainsi que les dix bornes d'électrode 34. Pour la clarté du dessin, ces bornes ont été dédoublées en deux séries de dix bornes en partie supérieure et inférieure du schéma, mais il doit être compris que la première borne 34 de la série supérieure est électriquement reliée à la première borne 34 de la série inférieure, et ainsi de suite pour les neuf autres bornes respectives de chaque série.

**[0042]** Chaque borne d'électrode 34 est reliée à la borne proximale 26 via un commutateur respectif 36 et une résistance série commune 38. Chaque borne d'électrode 34 est également reliée, de même, à la borne distale 28 via un commutateur respectif 40 et une résistance série commune 42. Les commutateurs 36, 40 sont avantageusement des composants bistables ne nécessitant pas d'énergie pour les maintenir dans un état ou dans l'autre, mais seulement pour opérer un changement d'état.

**[0043]** Les commutateurs 36 sont commandés par des signaux respectifs  $P_1 \dots P_{10}$  délivrés par un premier circuit de décodage 44 ; les commutateurs 40 sont commandés de la même façon par des signaux respectifs  $D_1 \dots D_{10}$  délivrés par un second circuit de décodage 46.

**[0044]** Outre les éléments illustrés, le circuit 22 est pourvu de moyens (non représentés) d'alimentation, par exemple comportant une diode suivie d'un condensateur, éventuellement associés à un circuit régulateur de tension, afin de redresser les signaux reçus sur les bornes 26 et 28 et en stocker l'énergie correspondante dans le condensateur.

**[0045]** Les circuits de décodage 44 et 46 comportent une logique permettant de détecter et analyser une série d'impulsions logiques appliquées sur les bornes proximale 26 et/ou distale 28 (signaux P et D appliqués en entrée des circuits 44 et 46). Le codage est par exemple un codage de type Manchester, un niveau logique haut (un) étant donné par une séquence '10', et un niveau logique bas (zéro) étant donné par une séquence '01', la durée des '1' et des '0' étant la même, par exemple 30  $\mu s$ . Les circuits 44 et 46 comportent également une logique de synchronisation permettant de reconstituer un signal d'horloge à partir série d'impulsions logiques reçues, la demi-période d'horloge étant définie par la durée séparant deux fronts d'impulsions. Après récupération du signal d'horloge, les circuits 44 et 46 mesurent les durées séparant les niveaux logiques bas et haut et en déduisent une adresse définissant le(s) contact(s) 36 ou 40 à fermer. Le décodage du signal permet ainsi d'établir une configuration particulière correspondante où chaque électrode est soit reliée à la borne proximale 26, soit reliée à la borne distale 28, soit isolée électriquement de ces deux bornes. De la sorte, la borne proximale P du générateur sera reliée à une ou plusieurs des dix électrodes de la sonde, et sa borne distale D à une ou plusieurs autres de ces dix électrodes, pour permettre un fonctionnement en détection/stimulation bipolaire. Si une seule borne P ou D du générateur est utilisée, ou si celui-ci ne comporte qu'une borne, le générateur pourra fonctionner en détection/stimulation unipolaire ou pseudobipolaire, la boucle de courant se fermant par le corps du patient jusqu'au boîtier métallique du générateur.

**[0046]** Le circuit 22 est également pourvu d'un détecteur de surtensions afin de protéger l'électronique du circuit en cas de survenue d'un choc de défibrillation, d'utilisation d'un bistouri électrique, etc. Ce détecteur de surtensions met en oeuvre un comparateur 48 susceptible de détecter dans la résistance 38 un courant  $I_p$  supérieur

à une valeur limite donnée, par exemple supérieure à 100 mA. Si un courant supérieur à cette valeur est détecté, alors la sortie du comparateur 48 bascule et applique au circuit 44 un signal  $P_0$  déclenchant l'ouverture immédiate de l'ensemble des commutateurs 36. De même, un comparateur 50 mesure dans la résistance 42 un courant  $I_d$  supérieur à une valeur limite donnée, pour appliquer au circuit 46 un signal  $D_0$  déclenchant l'ouverture immédiate de l'ensemble des commutateurs 40.

**[0047]** Le circuit 22 comporte également un comparateur 52, qui est un circuit analogique rapide présentant un temps de réponse inférieur à 10  $\mu$ s, servant à détecter entre les deux bornes proximale 26 et distale 28 une tension différentielle supérieure à un seuil donné, par exemple supérieure à 500 mV. Cette situation se présente notamment, comme on l'expliquera en référence aux chronogrammes de la figure 4, lorsque le pôle proximal 26 est mis à la masse par le générateur et que celui-ci envoie une microimpulsion sur la borne distale 28. Le comparateur 52 bascule et applique aux circuits décodeurs 44 et 46 un signal  $P_x$  et  $D_x$  forçant à l'ouverture l'ensemble des commutateurs 36 et 40.

**[0048]** On a représenté sur la figure 4 la séquence des signaux appliqués par le générateur sur la borne proximale 26 et sur la borne distale 28, ainsi que le signal  $P_x$ ,  $D_x$  recueilli en sortie du comparateur 52.

**[0049]** Dans une première phase (PHASE 1), correspondant à une période d'inactivité du dispositif, les deux bornes proximale et distale P et D du générateur sont placées par ce dernier dans un état à haute impédance (HiZ), comme représenté en 60 et 62.

**[0050]** Peu avant la fin de cette phase, le générateur met à la masse sa borne proximale P, comme représenté en 64 (durée  $t_1$ ). Cet état, correspondant à un niveau logique zéro, sera ensuite maintenu pendant la suite des opérations jusqu'à l'application de l'impulsion de stimulation.

**[0051]** Après avoir mis à zéro volt la borne proximale P, le boîtier applique sur la borne distale D une microimpulsion 66 marquant le début de la phase suivante (PHASE 2).

**[0052]** La microimpulsion 66 présente par exemple une amplitude de 0,5 V et une durée d'au plus quelques microsecondes ou fractions de microseconde. Compte tenu de sa faible tension et de sa faible durée, l'énergie contenue dans cette microimpulsion est très faible, en tout état de cause insuffisante pour présenter un quelconque risque pour le patient - en effet, cette microimpulsion est également appliquée à l'électrode, ou celle(s) des électrodes, qui est reliée à la borne distale 28 du circuit 22 de la sonde.

**[0053]** Cette microimpulsion est détectée par le comparateur 52, comme illustré en 68. Le temps nécessaire au comparateur pour détecter la microimpulsion et changer d'état en sortie est très faible, typiquement inférieur à la microseconde, dans la mesure où il s'agit simplement de commander le basculement d'un comparateur, opération qui ne nécessite aucun décodage ou traitement

logique quelconque.

**[0054]** La détection de la microimpulsion provoque l'ouverture de la totalité des commutateurs 36 et 40 du circuit, et ce pendant toute la durée de la PHASE 2. Pendant cette phase, le générateur produit une séquence d'impulsions codée 72 désignant celui ou ceux des commutateurs qui devra être relié(s) soit à la borne proximale 26 soit à la borne distale 28 (les autres commutateurs étant destinés à rester ouverts). Dans la mesure où la borne proximale P est toujours à zéro pour servir de masse électrique, comme illustré en 70, la série d'impulsions codée 72 reçue sur la borne distale 28 est détectée par le comparateur 52 et se retrouve identiquement en sortie de celui-ci, pour être appliquée telle quelle aux circuits de décodage 44, 46 (signaux  $P_x$  et  $D_x$ ).

**[0055]** La phase suivante (PHASE 3) consiste, après réception du signal codé 72, à forcer à la fermeture celui ou ceux des commutateurs désignés par les impulsions codées. Pendant ce temps, le générateur maintient à la masse la borne proximale (comme représenté en 74), et place dans un état à haute impédance la borne distale D (comme représenté en 76).

**[0056]** L'impulsion de stimulation 78 peut alors être appliquée. Dans le cas d'une stimulation bipolaire la borne proximale P reste commutée à la masse (comme représenté en 74), tandis que pour une stimulation unipolaire elle est placée par le générateur en haute impédance (comme représenté en 80).

**[0057]** Après application de l'impulsion de stimulation 78, le dispositif retourne à l'état d'inactivité. Les bornes proximale P et distale D sont replacées par le générateur en haute impédance (comme représenté en 82 et 84), les commutateurs restant dans l'état qu'ils occupaient précédemment.

**[0058]** On a représenté sur les figures 5 et 6 une variante de réalisation de l'invention.

**[0059]** Dans cette variante, le circuit de multiplexage/démultiplexage 20 est réparti en une pluralité de sous-circuits 20a, 20b, 20c, ... physiquement distincts, disposés au droit des électrodes 16a, 16b, 16c, ... qui leur correspondent respectivement. Chacun de ces sous-circuits assure l'adressage et le décodage de l'électrode qui lui est associée, et est incorporé dans l'épaisseur de la paroi du corps de sonde 12.

**[0060]** La figure 6 représente le schéma électrique d'un tel sous-circuit. On y retrouve les mêmes éléments principaux que ceux du circuit illustré figure 3, à savoir une borne proximale 26 et une borne distale 28, une logique de décodage 44, 46, des détecteurs de surtensions 38, 48 et 42, 50 ainsi qu'un comparateur 52 permettant de décoder la microimpulsion initiale et les changements d'états logiques successifs de la séquence de commande.

**[0061]** Dans cette variante, le sous-circuit est relié à une seule borne d'électrode 34, et ne comporte que deux commutateurs 36, 40 : l'un 36 pour relier la borne d'électrode 34 à la borne proximale 26, l'autre 40 pour relier la borne d'électrode 34 à la borne distale 28. Chaque sous-

circuit intègre son propre circuit intégré de décodage 44, 46 qui assure la sélection de l'électrode correspondante par ouverture/fermeture contrôlée du commutateur 36 ou 40 associé.

[0062] Chacun des sous-circuits comporte une deuxième borne proximale 26' et une deuxième borne distale 28', électriquement reliées aux bornes 26 et 28, respectivement. Ces deuxièmes bornes font office de bornes de sortie P' et D' pour conduire les signaux reçus sur les bornes d'entrée proximale P et distale D vers le sous-circuit suivant, c'est-à-dire le sous-circuit situé en aval dans la direction distale. Du point de vue électrique, les différents sous-circuits 20a, 20b, 20c, ... sont chacun couplés aux microcâbles reliés au pôle distal et proximal du générateur, et cette configuration permet en particulier d'éviter un foisonnement de microcâbles à partir du circuit de décodage, comme cela serait le cas lorsque ce circuit est commun à plusieurs électrodes, comme dans le cas de la figure 3.

## Revendications

1. Un circuit (20) de commutation contrôlée d'électrodes multiplexées, pour un dispositif médical implantable actif comprenant un générateur (30) et une sonde (10) pourvue d'électrodes multiplexées (16) de détection/stimulation et reliée à ce générateur, ce circuit (20) comprenant :

- au moins une borne proximale (26) et/ou distale (28), apte à être couplée au générateur,
- une pluralité de bornes d'électrode (34), aptes à être respectivement couplées auxdites électrodes de détection/stimulation de la sonde,
- une pluralité de commutateurs (36, 40), aptes à prendre soit une position fermée dans laquelle une borne d'électrode correspondante (34) est reliée à la borne proximale (26) ou à la borne distale (28), soit une position ouverte où cette électrode est isolée de la borne proximale et de la borne distale, et
- des moyens de commande, comprenant des moyens (44, 46, 52) de :

réception sur la borne proximale et/ou distale d'un signal modulé délivré par le générateur et comportant une série codée d'impulsions logiques (72), et décodage de ce signal modulé pour actionner les commutateurs selon une configuration particulière correspondante de positions fermées ou ouvertes définie par ce signal modulé,

circuit **caractérisé en ce que** les moyens de commande comportent en outre des moyens

de :

détection d'une microimpulsion (66) dans le signal modulé reçu, cette microimpulsion précédant ladite série codée d'impulsions logiques (72) et présentant une amplitude et une durée inférieures à l'amplitude et à la durée de chacune desdites impulsions logiques, et activation en réponse de tous les commutateurs en position ouverte pendant une durée (PHASE 1) au moins égale à la durée de la réception de la série codée d'impulsions logiques.

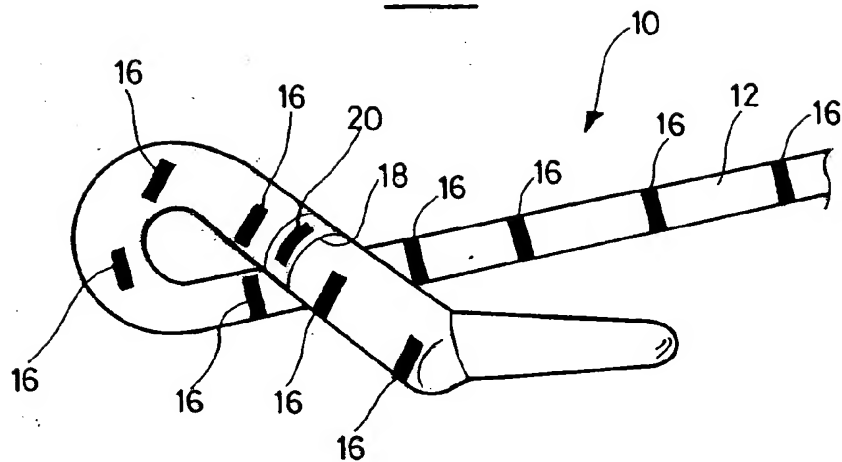
2. Le circuit de la revendication 1, dans lequel les moyens de détection d'une microimpulsion comprennent un comparateur rapide (48 ; 50) présentant un temps de réponse inférieur à 10  $\mu$ s.
3. Le circuit de la revendication 1, dans lequel ledit circuit de commutation contrôlée est formé d'une pluralité de sous-circuits distincts (20a, 20b, 20c, ...) comprenant chacun une borne d'électrode (34) respective apte à être reliée à l'une desdites électrodes de détection/stimulation (16a, 16b, 16c, ...) de la sonde, ainsi que le(s)dit(s) commutateur(s) (36, 40) associé à cette borne d'électrode (34), et dans lequel chacun de ces sous-circuits (20a, 20b, 20c, ...) inclut des moyens de commande (44, 46, 52) propres.
4. Une sonde (10) pourvue d'électrodes multiplexées de détection/stimulation, pour un dispositif médical implantable actif comprenant un générateur (30) et ladite sonde reliée à ce générateur, cette sonde (10) comprenant :
  - un corps de sonde allongé (12), incluant au moins un conducteur,
  - à une première extrémité du corps de sonde, un connecteur (32) relié au(x)dit(s) conducteur(s) et apte à être relié à au moins une borne proximale et/ou distale correspondante(s) du générateur,
  - à une seconde extrémité, opposée, du corps de sonde, une pluralité d'électrodes de détection/stimulation multiplexées (16), et
  - un circuit de commutation contrôlée (20) apte à coupler ou découpler sélectivement chacune des électrodes audit (à l'un desdits) conducteur(s),
 sonde **caractérisée en ce que** ledit circuit de commutation contrôlée est un circuit selon l'une des revendications 1 à 3.
5. La sonde de détection/stimulation de la revendication 4, où ledit circuit de commutation contrôlée est disposé dans la sonde à la seconde extrémité de

celle-ci, au voisinage des électrodes de détection/stimulation.

6. La sonde de détection/stimulation de la revendication 4, dans laquelle ledit circuit de commutation contrôlée est un circuit selon la revendication 3, et dans laquelle les sous-circuits (20a, 20b, 20c, ...) sont chacun incorporés au corps de sonde (12), ou disposés dans une cavité du corps de sonde (12), au droit d'une électrode correspondante (16a, 16b, 16c, ...) et couplés au(x)dit(s) conducteur(s) (D, P). 5  
10
  
7. Un générateur (30), pour un dispositif médical implantable actif comprenant ledit générateur et une sonde (10) pourvue d'électrodes multiplexées de détection/stimulation (16) et reliée à ce générateur, ce générateur comprenant : 15
  - au moins une borne proximale et/ou distale,
  - des moyens de commande, comprenant des moyens de délivrance, sur ladite borne proximale et/ou distale, d'un signal modulé comportant une série codée d'impulsions logiques (72) définissant une configuration particulière de couplage des électrodes de la sonde à la borne proximale et/ou distale, 20  
25
  - générateur **caractérisé en ce que** les moyens de commande comprennent également des moyens de délivrance d'une microimpulsion (66) avec le signal modulé, cette microimpulsion précédant ladite série codée d'impulsions logiques et présentant une amplitude et une durée inférieures à l'amplitude et à la durée de chacune desdites impulsions logiques. 30  
35
  
8. Le générateur de la revendication 7, dans lequel les moyens de commande comprennent également des moyens pour placer dans un état à haute impédance (60, 62, HiZ) la borne proximale et/ou distale préalablement à la délivrance de la microimpulsion. 40
  
9. Le générateur de la revendication 8, dans lequel les moyens de commande comprennent également des moyens pour placer dans un état à haute impédance (62) l'une des deux bornes proximale ou distale et pour mettre à la masse (64) l'autre borne, préalablement à la délivrance de la microimpulsion. 45
  
10. Un signal de commande de commutation, pour un dispositif médical implantable actif comprenant un générateur (30) et une sonde (10) pourvue d'électrodes multiplexées de détection/stimulation (16) reliées à ce générateur, ce signal étant un signal modulé comportant une série codée d'impulsions logiques (72) définissant une configuration particulière de couplage des électrodes de la sonde à au moins une borne proximale et/ou distale du générateur, 50  
55

signal **caractérisé en ce qu'il** comprend une microimpulsion (66), cette microimpulsion précédant ladite série codée d'impulsions logiques et présentant une amplitude et une durée inférieures à l'amplitude et à la durée de chacune desdites impulsions logiques.

FIG\_1



FIG\_2

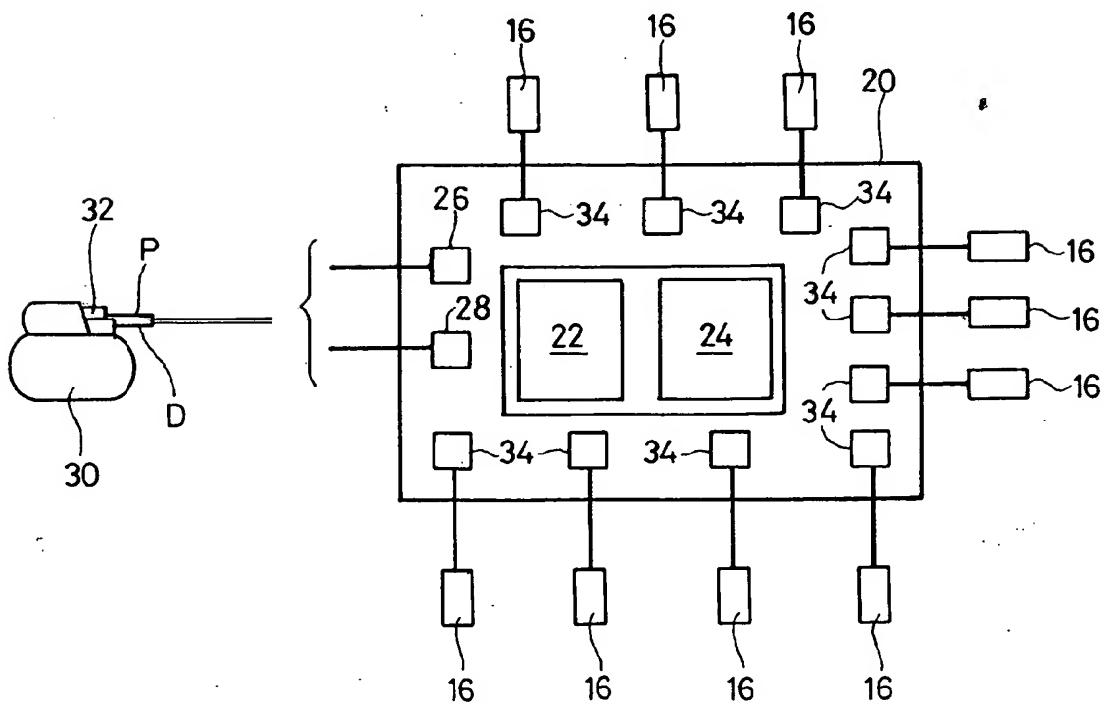
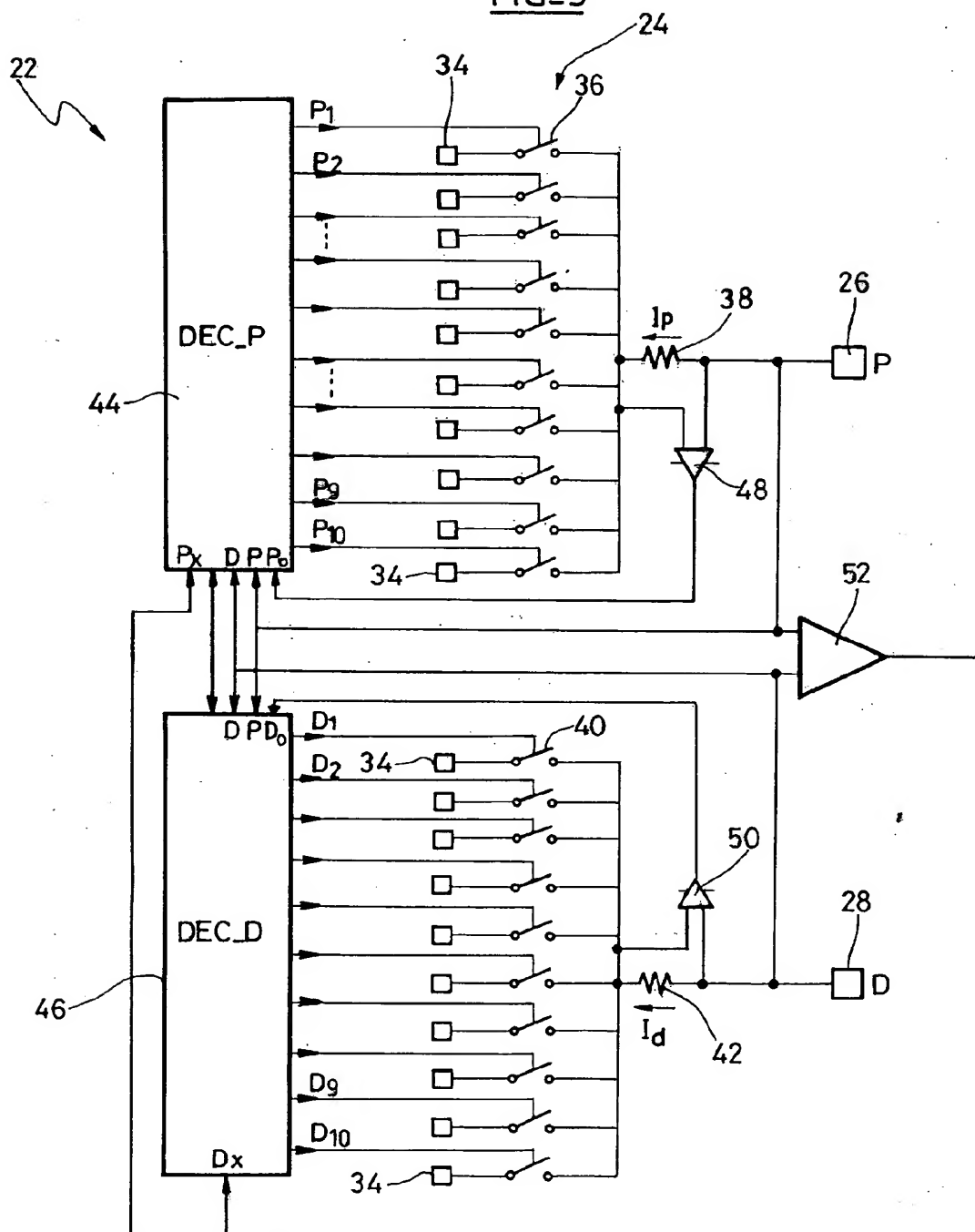
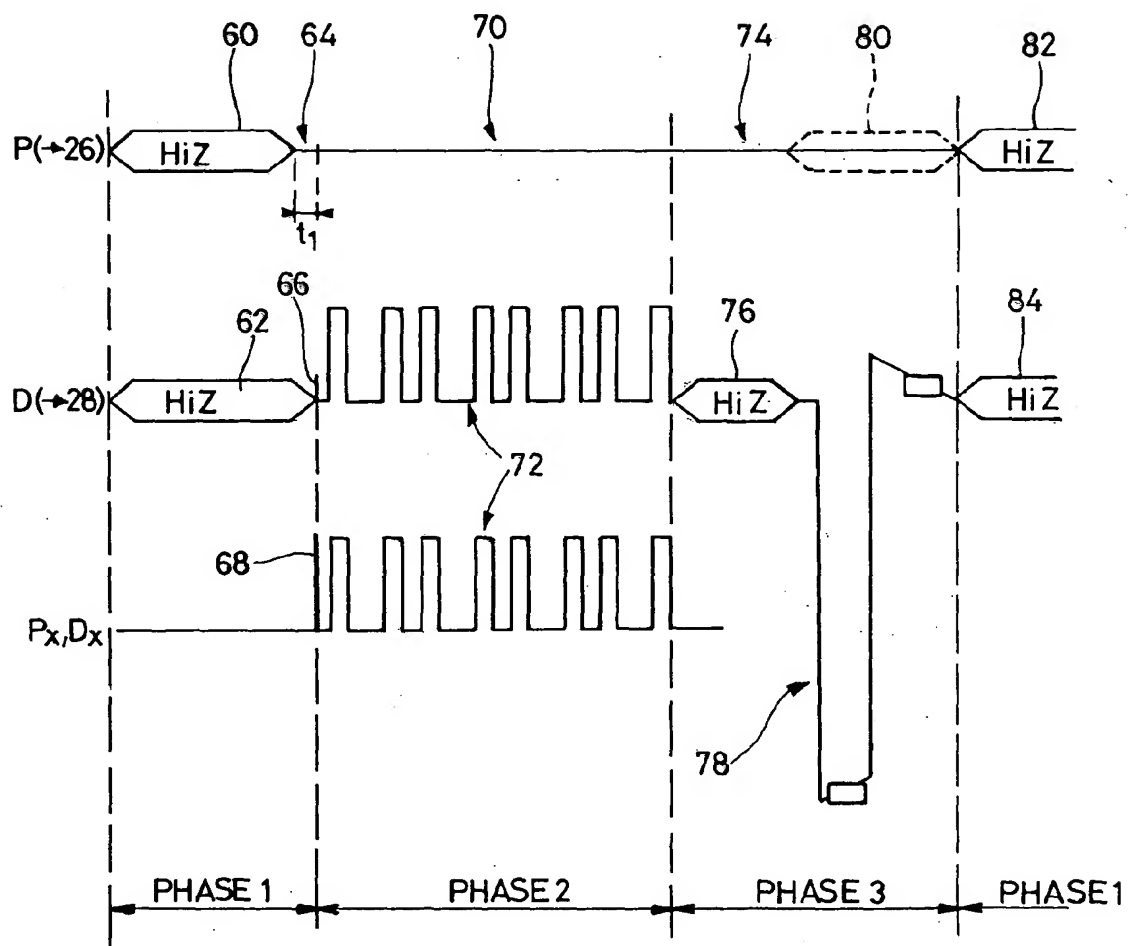
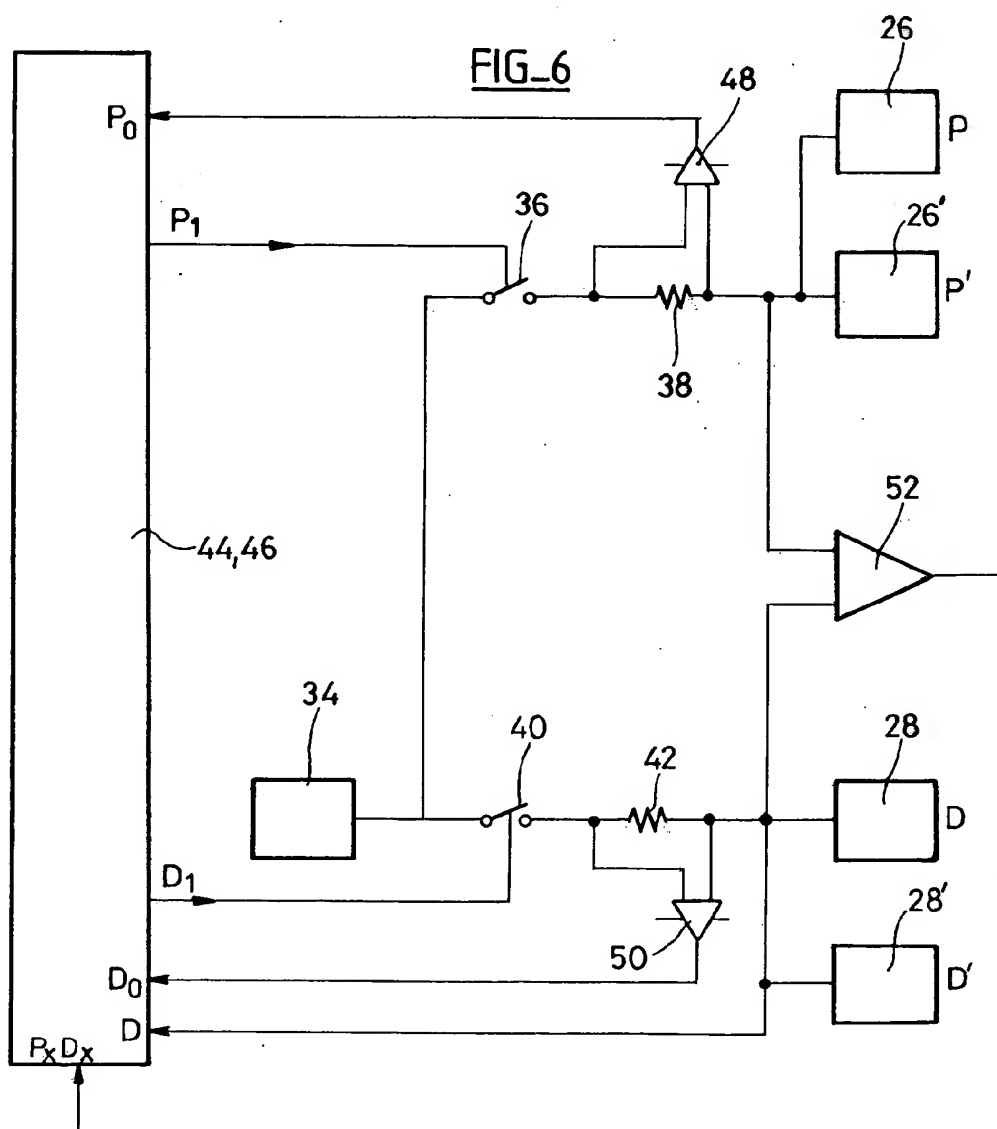
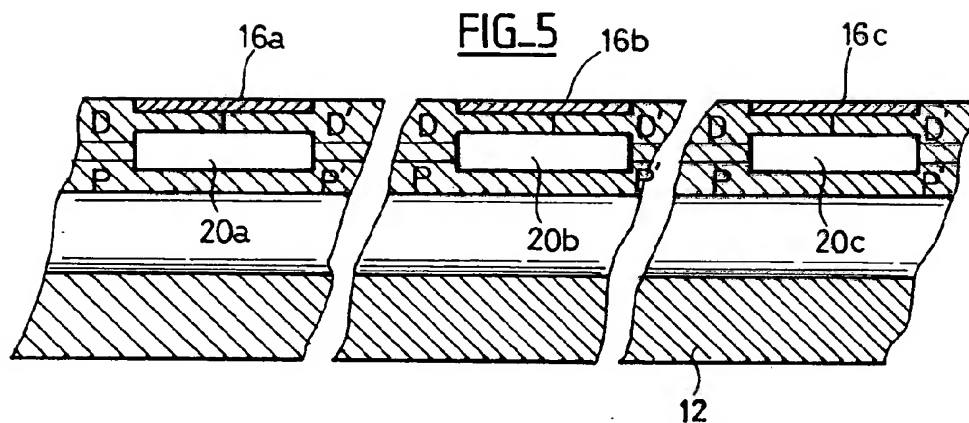




FIG. 3



FIG\_4





Office européen  
des brevets

# **RAPPORT PARTIEL DE RECHERCHE EUROPEENNE**

qui selon la règle 63 de la Convention sur le brevet  
européen est considéré, aux fins de la procédure ultérieure,  
comme le rapport de la recherche européenne

Numéro de la demande

EP 07 29 1516

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 5 470 348 A (NEUBAUER HEINZ [SE] ET AL) 28 novembre 1995 (1995-11-28) * le document en entier *	1-9	INV. A61N1/36 A61N1/372
A	EP 0 247 649 A1 (COMMW OF AUSTRALIA [AU]) 2 décembre 1987 (1987-12-02) * page 13, ligne 1-45; figure 8 *	1-9	ADD. A61N1/362
A	EP 1 062 969 A (BIOTRONIK MESS & THERAPIEG [DE]) 27 décembre 2000 (2000-12-27) * le document en entier * en particulier * alinéa [0010] *	1-9	
A,D	US 2006/058588 A1 (ZDEBLICK MARK J [US]) 16 mars 2006 (2006-03-16) * alinéas [0087] - [0094] * * alinéa [0114] *	1-9	
A,D	US 2003/149456 A1 (ROTTENBERG WILLIAM B [US] ET AL) 7 août 2003 (2003-08-07) * alinéas [0022] - [0029] *	1-9	
-/--			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			A61N
<b>RECHERCHE INCOMPLETE</b>			
<p>La division de la recherche estime que la présente demande de brevet, ou une ou plusieurs revendications, ne sont pas conformes aux dispositions de la OBE au point qu'une recherche significative sur l'état de la technique ne peut être effectuée, ou seulement partiellement, au regard de ces revendications.</p> <p>Revendications ayant fait l'objet d'une recherche complète:</p> <p>Revendications ayant fait l'objet d'une recherche incomplète:</p> <p>Revendications n'ayant pas fait l'objet d'une recherche:</p> <p>Raison pour la limitation de la recherche:</p> <p style="text-align: center;">voir feuille supplémentaire C</p>			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		22 février 2008	Loveniers, Kris
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			



Office européen  
des brevets

**RAPPORT PARTIEL  
DE RECHERCHE EUROPEENNE**

Numero de la demande  
EP 07 29 1516

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	US 2002/169484 A1 (MATHIS SCOTT [US] ET AL) 14 novembre 2002 (2002-11-14) * alinéa [0044] *	1-9	
A	US 4 793 353 A (BORKAN WILLIAM N [US]) 27 décembre 1988 (1988-12-27) * figures 10,11 *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)



Revendications ayant fait l'objet de recherches complètes:  
1-9

Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches:  
10

Raison pour la limitation de la recherche:

Manque de clarté (Article 6 PCT): la revendication 10 est une revendication de produit, qui porte sur une entité physique. Pourtant comme il n'y a pas une relation unique entre les caractéristiques d'un signal et les caractéristiques de l'appareil qui produit ce signal, la revendication 10 ne contient pas les caractéristiques physiques nécessaires qui définissent le produit revendiqué

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 07 29 1516

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-02-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5470348	A	28-11-1995	AUCUN	
EP 0247649	A1	02-12-1987	AU 563754 B2	23-07-1987
			AU 2668384 A	18-10-1984
			AU 595883 B2	12-04-1990
			AU 7322787 A	10-09-1987
			AU 597661 B2	07-06-1990
			AU 7325187 A	10-09-1987
			CA 1212501 A1	14-10-1986
			DE 3482548 D1	26-07-1990
			DE 3485547 D1	09-04-1992
			DE 3485926 D1	22-10-1992
			DE 3485926 T2	22-04-1993
			EP 0124930 A1	14-11-1984
			EP 0241101 A1	14-10-1987
			JP 1761599 C	28-05-1993
			JP 4012141 B	03-03-1992
			JP 61001200 A	07-01-1986
			US 4532930 A	06-08-1985
EP 1062969	A	27-12-2000	DE 19930265 A1	28-12-2000
			US 6418348 B1	09-07-2002
US 2006058588	A1	16-03-2006	EP 1799101 A2	27-06-2007
			US 2007173896 A1	26-07-2007
			WO 2006029090 A2	16-03-2006
US 2003149456	A1	07-08-2003	AU 2003208925 A1	02-09-2003
			WO 03066160 A1	14-08-2003
US 2002169484	A1	14-11-2002	US 2004106958 A1	03-06-2004
US 4793353	A	27-12-1988	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 20060058588 A [0010] [0016]
- US 20040220650 A [0011]
- US 20030149456 A [0012]
- EP 0993840 A [0035]